

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-270586

(43)Date of publication of application : 20.09.2002

(51)Int.CI.

H01L 21/3065

H01L 21/768

(21)Application number : 2001-065459

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 08.03.2001

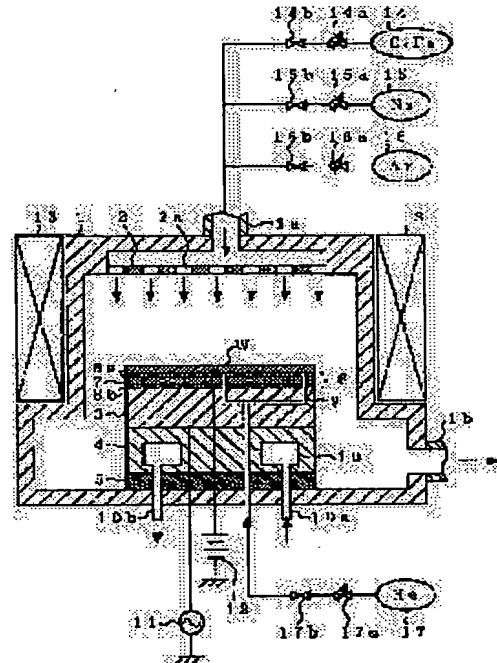
(72)Inventor : IGARASHI YOSHIKI  
SUEMASA TOMOKI  
INASAWA KOICHIRO

## (54) ETCHING METHOD OF ORGANIC BASED INSULATING FILM AND DUAL DAMASCENE PROCESS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enhance selection rate of an SiOC based low permittivity film and a silicon nitride film while reducing a microtrench during etching.

**SOLUTION:** In etching the SiOC based low permittivity film using a C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>/Ar/ N<sub>2</sub> based mixture gas, flow rate ratio of Ar is set at 80% or above.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-270586

(P2002-270586A)

(43)公開日 平成14年9月20日(2002.9.20)

(51)Int.Cl'  
H 01 L 21/3065  
21/768

識別記号

F I  
H 01 L 21/302  
21/90

テ-マ-ト\*(参考)  
F 5 F 0 0 4  
A 5 F 0 3 3

審査請求 未請求 請求項の数5 O.L (全9頁)

(21)出願番号 特願2001-65459(P2001-65459)

(22)出願日 平成13年3月8日(2001.3.8)

(71)出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社  
東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72)発明者 五十嵐 喜樹

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内

(72)発明者 末正 智希

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内

(74)代理人 100077849

弁理士 須山 佐一

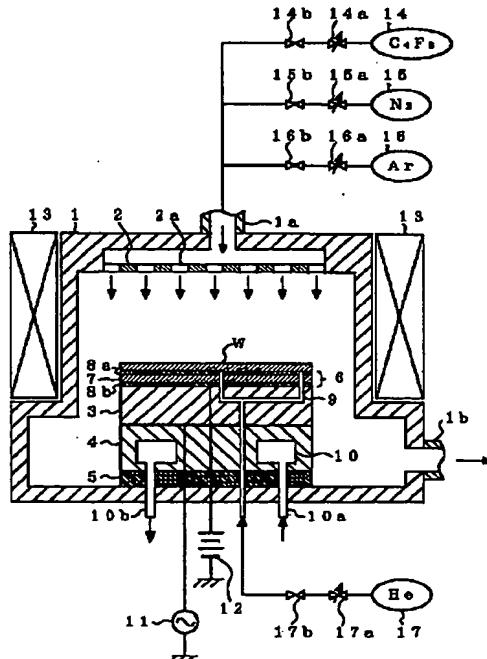
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 有機系絶縁膜のエッティング方法およびデュアルダマシンプロセス

(57)【要約】

【課題】 SiOC系低誘電率膜と窒化珪素膜との選択比を向上させるとともに、エッティング時のマイクロトレインチを低減する。

【解決手段】 C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>/Ar/N<sub>2</sub>系混合ガスを用いてSiOC系低誘電率膜をエッティングする場合、Arの流量比を80%以上とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 エッティングガスが、フルオロカーボン系ガスと、N<sub>2</sub>ガスと、流量比が総エッティングガス流量の80%以上の不活性ガスとを含む混合ガスであることを特徴とする有機系絶縁膜のエッティング方法。

【請求項2】 前記有機系絶縁膜はSiOC系低誘電率膜であることを特徴とする請求項1記載の有機系絶縁膜のエッティング方法。

【請求項3】 前記有機系絶縁膜に対する窒化珪素膜の選択比（有機系絶縁膜のエッティングレート／窒化珪素膜のエッティングレート）が約10以上であることを特徴とする請求項1または2記載の有機系絶縁膜のエッティング方法。

【請求項4】 前記エッティングガスによるマイクロトレーンチの値が40nm以下であることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載の有機系絶縁膜のエッティング方法。

【請求項5】 フルオロカーボン系ガスと、N<sub>2</sub>ガスと、流量比が総エッティングガス流量の80%以上の不活性ガスとを含むエッティングガスを用いることにより、窒化膜をエッチストップ層として有機系絶縁膜にピアホールを形成する工程と、

前記エッティングガスを用いて前記有機系絶縁膜を途中までエッティングすることにより、前記有機系絶縁膜にトレーンチを形成する工程と、

前記ピアホールおよびトレーンチに導電材料を埋め込む工程とを備えることを特徴とするデュアルダマシンプロセス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機系絶縁膜のエッティング方法およびデュアルダマシンプロセスに関し、特に、層間絶縁膜として低誘電率絶縁膜を用いたデュアルダマシンプロセスに適用して好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来のSiOC系低誘電率膜をエッティングする方法では、例えば、C<sub>x</sub>F<sub>y</sub>/CO/Ar/N<sub>2</sub>系混合ガスを、流量比10/200/200/200sccmで用いていた。また、COは、エッティング形状或いは下地膜との選択性に影響するカーボン系ポリマーの堆積状態を制御する目的で用いていた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のSiOC系低誘電率膜（SiとOとCとHとを成分として含む）のエッティング方法では、SiOC系低誘電率膜に対する窒化珪素膜の選択比（SiOC系低誘電率膜のエッティングレート／窒化珪素膜のエッティングレート）が低く、2～3程度の値しか得られなかった。このため、窒化珪素膜をエッチストップ層としてSiOC系低誘電率膜にピアホールを形成すると、SiOC系低誘電率膜

のエッチストップが困難になるという問題があった。

【0004】また、従来のSiOC系低誘電率膜のエッティング方法では、マイクロトレーンチ（ホール底に形成される凹凸部）が大きく、その高低差が50nm以上あった。このため、SiOC系低誘電率膜に埋め込み配線のためのトレーンチを形成すると、配線材料の埋め込みが不均一になるという問題があった。

【0005】そこで、本発明の目的は、窒化珪素膜との選択比を向上させることができるとともに、マイクロトレーンチを低減することが可能な有機系絶縁膜のエッティング方法およびデュアルダマシンプロセスを提供することである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、請求項1記載の発明によれば、エッティングガスが、フルオロカーボン系ガスと、N<sub>2</sub>ガスと、流量比が総エッティングガス流量の80%以上の不活性ガスとを含む混合ガスであることを特徴とする。

【0007】これにより、不活性ガスによるスバッタ力を向上させて、ホール底面に堆積するカーボン系ポリマーを除去しつつ有機系絶縁膜のエッティングを行うことが可能となり、マイクロトレーンチを低減することが可能となる。また、不活性ガスの流量比を80%以上とすることにより、窒化膜のエッティング種であるフッ素系ラジカルがホール底面に過剰に供給されることを抑制でき、有機系絶縁膜に対する窒化珪素膜の選択比を向上することが可能となる。

【0008】また、請求項2記載の発明によれば、前記有機系絶縁膜はSiOC系低誘電率膜であることを特徴とする。

【0009】これにより、機械的強度や熱的安定性に優れ、比誘電率が2.4～2.7程度の層間絶縁膜をCVDにより形成することができ、従来の薄膜形成プロセスと整合をとりつつ、配線遅延を抑制することが可能となることから、デュアルダマシンプロセスの工程数を大幅に削減することが可能となる。

【0010】また、請求項3記載の発明によれば、前記有機系絶縁膜に対する窒化珪素膜の選択比（有機系絶縁膜のエッティングレート／窒化珪素膜のエッティングレート）が約10以上であることを特徴とする。

【0011】これにより、有機系絶縁膜をエッティングする際のエッチストップ層として窒化珪素膜を用いた場合においても、オーバーエッティングにおいて窒化珪素膜が削られることがないので、ピアホールの形成を精度よく行うことが可能となる。

【0012】また、請求項4記載の発明によれば、前記エッティングガスによるマイクロトレーンチの値が40nm以下であることを特徴とする。

【0013】これにより、埋め込み配線のためのトレーンチ（配線溝）を有機系絶縁膜に形成した場合において

も、線溝溝の底の形状を平坦化させることができるとなり、配線材料の埋め込みを均一に行うことが可能となる。

【0014】また、請求項5記載の発明によれば、フルオロカーボン系ガスと、N<sub>2</sub>ガスと、流量比が総エッティングガス流量の80%以上の不活性ガスとを含むエッティングガスを用いることにより、窒化膜をエッチストップ層として有機系絶縁膜にピアホールを形成する工程と、前記エッティングガスを用いて前記有機系絶縁膜を途中までエッティングすることにより、前記有機系絶縁膜にトレチ形成する工程と、前記ピアホールおよびトレチに導電材料を埋め込む工程とを備えることを特徴とする。

【0015】これにより、有機系絶縁膜をエッティングする際の窒化珪素膜との選択比を向上させることができるとなることから、窒化膜をエッチストップ層として有機系絶縁膜にピアホールを形成した場合においても、エッチストップを適正に行うことが可能となる。また、マイクロトレチを低減することが可能となることから、有機系絶縁膜のエッティングを途中で止めた場合においても、トレチの底の形状を平坦化させることができるとなり、導電材料を均一に埋め込むことが可能となる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態に係わるエッティング方法について図面を参照しながら説明する。

【0017】図1は、本発明の一実施形態に係わるエッティング装置の概略構成を示す断面図である。なお、この実施形態では、エッティングガスとして、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>/Ar/N<sub>2</sub>系混合ガスを用いた場合について説明する。

【0018】図1において、処理室1内には、上部電極2およびサセプタ3が設けられ、このサセプタ3は下部電極を兼ねている。上部電極2には、エッティングガスを処理室1内に導入するガス噴出孔2aが設けられ、サセプタ3は、サセプタ支持台4上に支持され、サセプタ支持台4は、絶縁板5を介して処理室1内に保持されている。サセプタ3には高周波電源11が接続され、処理室1内に導入されたエッティングガスをプラズマ化する。

【0019】サセプタ支持台4には冷媒室10が設けられ、液体窒素などの冷媒が冷媒供給管10aおよび冷媒排出管10bを介して冷媒室10内を循環する。そして、ここから生じる冷熱をサセプタ支持台4およびサセプタ3を介してウエハWに伝熱させることにより、ウエハWを冷却することができる。

【0020】サセプタ3上には静電チャック(ESC)6が設けられ、静電チャック6は、導電層7がポリイミドフィルム8a、8bにより挟まれた構成を有する。ここで、導電層7には直流高圧電源12が接続され、導電層7に直流高電圧を与えることにより、ウエハWにクーロン力を作用させて、サセプタ3上にウエハWを固定することができる。

【0021】また、サセプタ3および静電チャック6には、Heガスを導入するガス通路9が設けられ、このガス通路9を介してHeガスをウエハWの裏面に噴出させることにより、サセプタ3上に載置されたウエハWを冷却することができる。ここで、ガス通路9は、流量調整バルブ17aおよび開閉バルブ17bを介してHeガス供給源17に接続され、ウエハWの裏面でのHeガスの圧力を制御することができる。

【0022】処理室1には、ガス供給管1aおよび排気管1bが設けられ、ガス供給管1aは、流量調整バルブ14a～16aおよび開閉バルブ14b～16bを介して、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガス供給源14、N<sub>2</sub>ガス供給源15およびArガス供給源16に接続されている。排気管1bは真空ポンプに接続され、この真空ポンプで処理室1内を排気することにより、処理室1の圧力を調節することができる。処理室1の周囲には水平磁場形成磁石13が設けられ、処理室1内に磁場を形成することにより、プラズマを高密度化して、エッティングを効率よく行うことができる。

【0023】このエッティング装置でウエハWの処理を行う場合、窒化珪素膜をエッチストップ層として有機系絶縁膜が形成されたウエハWをサセプタ3上に載置し、静電チャック6により固定する。

【0024】次に、処理室1を排気し、処理室1内の圧力を調節するとともに、開閉バルブ14b～16bを開いてC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガス、N<sub>2</sub>ガスおよびArガスを処理室1内に導入する。ここで、流量調整バルブ14a～16aにより、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガス、N<sub>2</sub>ガスおよびArガスの流量比を調節することができる。

【0025】次に、高周波電源11からのRFパワーをサセプタ3に印加し、エッティングガスをプラズマ化して、有機系絶縁膜のエッティングを行う。この際、開閉バルブ17bを開いてHeガスをガス通路9に導入し、このHeガスをガス通路9から噴出させることにより、ウエハWを冷却することができる。また、流量調整バルブ17aを用いてHeガスの圧力を調節することにより、ウエハWの冷却温度を制御することができる。

【0026】ここで、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>/Ar/N<sub>2</sub>系混合ガスにおけるArの流量比を80%以上とすることにより、窒化珪素膜との選択比を向上させることができるとともに、マイクロトレチを低減することが可能となる。なお、RFパワーは500～2000W、圧力は10～1000mTorr、ウエハW裏面におけるHe圧力はセンターで5～15Torr、エッジで20～50Torr、ボトムESC温度は−20～60°Cに設定することが好ましい。

【0027】図2(a)は、本発明の一実施例に係わるトレチ内の状態を示す断面図である。図2(a)において、基板21上には、窒化珪素膜22を介してSiO<sub>2</sub>膜23が形成されている。そして、開口部H1が形成

されたフォトレジスト膜24をマスクとして、SiOC膜23の途中までエッティングE1を行うことにより、トレンチT1を形成する。ここで、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>/Ar/N<sub>2</sub>系混合ガスを用いてSiOC膜23のエッティングE1を行うと、その時生成されるカーボン系ポリマーがトレンチT1の底面の中央付近により多く堆積する。このため、トレンチT1内では、トレンチT1底面の中央付近でエッティングの進行が抑制され、中央から端に向うに従ってエッティング量が大きくなる。このため、トレンチT1底面の端の部分が凹んだマイクロトレンチMTが形成される。

【0028】ここで、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>/Ar/N<sub>2</sub>系混合ガスにおけるArの流量比を80%以上とすると、Arガスによるスパッタ力が向上し、トレンチT1底面に堆積するカーボン系ポリマーを除去することが可能となる。このため、トレンチT1底面でのエッティングの進行を全面に渡って均一化して、マイクロトレンチMTを低減することが可能となり、マイクロトレンチMHの値を40nm以下とすることができる。

【0029】図2(b)は、本発明の一実施例に係わるピアホールの状態を示す断面図である。図2(b)において、基板31上には、窒化珪素膜32を介してSiOC膜33が形成されている。そして、開口部H2が形成されたフォトレジスト膜34をマスクとして、SiOC膜33のエッティングE2を行うことにより、ピアホールB2を形成する。ここで、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>/Ar/N<sub>2</sub>系混合ガスを用いてエッティングE2を行うと、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスの解離やSiOC膜33との反応などにより、エッティングの進行を抑制するカーボン系ポリマーが生成されるとともに、窒化珪素膜32のエッティングを促進させるフッ素系ラジカルが生成される。カーボン系ポリマーは一般的に分子量が大きく、ピアホールB2内の奥まで浸入しにくいため、ピアホールB2入口付近の側壁に堆積し易い傾向がある。このため、ピアホールB2の底部に位置する窒化珪素膜32上では、カーボン系ポリマーがエッティングの抑制にあまり寄与しない上に、フッ素系ラジカルが過剰となり、窒化珪素膜32のエッティングが促進される。

【0030】ここで、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>/Ar/N<sub>2</sub>系混合ガスにおけるArの流量比を80%以上とすることにより、Arガスによるスパッタ力を向上させて、ピアホールB2側壁に堆積するカーボン系ポリマーを除去することが可能となる。このため、カーボン系ポリマーをピアホールB2内の奥まで浸入しやすくして、窒化珪素膜32上に堆積するカーボン系ポリマーを増やすことが可能となるとともに、窒化珪素膜32上におけるフッ素系ラジカルを低減することが可能となり、窒化珪素膜32のエッティングの進行を抑制することが可能となる。この結果、SiOC膜33に対する窒化珪素膜32の選択比を向上させることができ、この選択比を10以上とすることが

可能となる。

【0031】図3(a)は、本発明の一実施例に係わるAr流量比とSiOC膜のエッティングレートとの関係を示す数値例、図4(a)は、図3(a)の数値例に基づいて作成した等高線図、図5(a)は、図4(a)の等高線図から総流量1000sccmのデータをグラフ化した図である。なお、RFパワーは1500W、圧力は100mTorr、ウェハW裏面におけるHe圧力はセンターで7Torr、エッジで40Torr、ボトムE SC温度は40°Cに設定した。なお、電極間隔は37mm、サセプタの直径は260mm、RF周波数は13.56MHzである。

【0032】図5(a)において、SiOC膜のエッティングレートは、Ar流量比の増加に伴って増加し、約80%以上でほぼ一定になる。一方、図3(a)および図4(a)に示すように、総流量が1200sccmを越えると、Ar流量比の増加に伴って減少する傾向にある。これは、装置上の制約から、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスの流量調整可能な範囲は5~15sccm程度、N<sub>2</sub>ガスの流量調整可能な範囲は100~300sccm程度であり、総流量が増えすぎると、エッティング種となるC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスの割合が減り過ぎて、エッティングの進行が抑えられるからである。

【0033】図3(b)は、本発明の一実施例に係わるAr流量比とSiOC膜に対する窒化珪素膜の選択比との関係を示す数値例、図4(b)は、図3(b)の数値例に基づいて作成した等高線図、図5(b)は、図4(b)の等高線図から総流量1000sccmのデータをグラフ化した図である。

【0034】図5(b)において、Ar流量比が増加すると、SiOC膜に対する窒化珪素膜の選択比が増加し、Ar流量比80以上で選択比が約10に達する。これは、Ar流量比が増加すると、Arガスによるスパッタ力が向上し、カーボン系ガスがピアホール内の奥まで浸入しやすくなり、窒化珪素膜のエッティングを促進させるフッ素系ガスがピアホール底部から追い出されるためと考えられる。

【0035】図3(c)は、本発明の一実施例に係わるAr流量比とマイクロトレンチの値との関係を示す数値例、図4(c)は、図3(c)の数値例に基づいて作成した等高線図、図5(c)は、図4(c)の等高線図から総流量1000sccmのデータをグラフ化した図である。

【0036】図5(c)において、Ar流量比が60%以上では、Ar流量比が増加すると、マイクロトレンチの値が低下する。これは、Ar流量比が増加すると、Arガスによるスパッタ力が向上し、トレンチ底面に堆積するカーボン系ポリマーの厚みを均一化できるためと考えられる。

【0037】この結果、例えば、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>/N<sub>2</sub>/Ar

系混合ガスを、流量比5/150/1000 sccm (総流量: 1155 sccm、Ar流量の比率: 87%)で用いることにより、SiOC膜のエッティングレートを560 nm/min、SiOC膜に対する窒化珪素膜の選択比を11.7、マイクロトレンチの値を12 nmとすることができた。

【0038】図6(a)は、本発明の一実施例に係わるSiOC膜のエッティングレートのボトムESC温度依存性を示す図である。なお、この実施例では、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>/N<sub>2</sub>/Ar系混合ガスを、流量比5/100/750 sccmで用いた。また、RFパワーを1500W、圧力を70 mTorr、ウェハW裏面におけるHe圧力をセンターで7 Torr、エッジで40 Torrに設定した。

【0039】図6(a)に示すように、SiOC膜のエッティングレートは、ボトムESC温度が上がると、徐々に低下する。

【0040】図6(b)は、本発明の一実施例に係わるエッティング方法のSiOC膜に対する窒化珪素膜の選択比の温度依存性を示す図である。図6(b)に示すように、SiOC膜に対する窒化珪素膜の選択比は、ボトムESC温度が上がると、40°C近辺までは上がり、その後はほぼ一定になる。

【0041】図6(c)は本発明の一実施例に係わるマイクロトレンチの値の温度依存性を示す図である。図6(c)に示すように、マイクロトレンチの値は、ボトムESC温度が上がると、40°C近辺までは徐々に下がり、その後は急上昇する。この結果、マイクロトレンチの値をなるべく小さくしつつ、SiOC膜に対する窒化珪素膜の選択比を大きくするには、ボトムESC温度は40°C程度が良いことがわかる。

【0042】なお、上述した実施形態では、フルオロカーボン系ガスとして、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスを用いた場合について説明したが、フルオロカーボン系ガスなら何でもよく、例えば、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスを用いるようにしてもよい。例えば、この実施例として、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>/N<sub>2</sub>/Ar系混合ガスを、流量比5/200/1000 sccm (総流量: 1205 sccm、Ar流量の比率: 83%)で用いた。また、RFパワーを1500W、圧力を100 mTorr、ウェハW裏面におけるHe圧力をセンターで7 Torr、エッジで40 Torr、ボトム温度を40°Cに設定した。この結果、SiOC膜のエッティングレートを408 nm/min、SiOC膜33に対する窒化珪素膜32の選択比を20とすることができた。

【0043】また、不活性ガスとして、Arガスを用いた場合について説明したが、本発明におけるArの作用から、不活性ガスなら、例えば、ヘリウムガスやネオンガスやキセノンガスでも、同様の作用が期待される。

【0044】また、有機系絶縁膜としては、SiOC系低誘電率膜について説明したが、有機lowk膜(Cと

OとHとを成分とし、Siを含まない)、またはハイブリッドlowk膜(CとOとHとに加え、Siも含む)のいずれでもよく、例えば、「SiLK (米The Dow Chemical Co. 製)」などのPAE (poly arylene ether) 系膜の他、HSQ (hydrogen silsesquioxane) 系膜、MSQ (methyl silsesquioxane) 系膜、PCB系膜、CF系膜、「CORA L (米Novellus Systems, Inc 製)」、「Black Diamond (米Applied Materials, Inc 製)」、「Aurora 2.7 (日本エー・エス・エム社製)」などのSiOC系膜、SiOF系膜、或いはこれらのポーラス膜を用いることができる。

【0045】また、有機系絶縁膜は多層構造でもよく、多層構造の有機系絶縁膜の層間にSiO<sub>2</sub>やSiON、或いはSiNなどの無機材料膜を有する構造でもよい。

【0046】また、上述した実施形態では、マグネットロンRIE装置を用いてエッティングを行う方法について説明したが、ECR (電子サイクロトロン共鳴) プラズマエッティング装置、HEP (ヘリコン波励起プラズマ) エッティング装置、ICP (誘導結合プラズマ) エッティング装置、TCP (転送結合プラズマ) エッティング装置などに適用するようにしてもよい。

【0047】例えば、マグネットロンRIE装置(DRM)の代わりに、上下部印可RIE装置を用いてエッティングを行った。なお、この実施例では、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>/N<sub>2</sub>/Ar系混合ガスを、流量比5/150/1000 sccm (総流量: 1155 sccm、Ar流量の比率: 87%)で用いた。また、上部電極のRFパワーを1200W、RF周波数を60 MHz、下部電極のRFパワーを1700W、RF周波数を2 MHz、圧力を100 mTorr、ウェハW裏面におけるHe圧力をセンターで10 Torr、エッジで35 Torr、上部/側壁/ボトムESC温度をそれぞれ50/30/30°Cに設定した。なお、電極間隔は30 mmである。

【0048】この結果、SiOC膜のエッティングレートが410 nm/min、SiOC膜33に対する窒化珪素膜32の選択比が20、マイクロトレンチの値が0 nmとすることができた。

【0049】また、フルオロカーボン系ガスの代わりにハイドロフルオロカーボン系ガスを用いるようにしてもよく、例えば、CHF<sub>3</sub>ガスやCH<sub>2</sub>Fガスなどでもよい。

【0050】ここで、ハイドロフルオロカーボン系ガスを用いることにより、図2(b)のフォトレジスト膜34の肩落ち35を低減することができる。例えば、図2(b)において、CHF<sub>3</sub>/N<sub>2</sub>/Ar系混合ガスを、流量比20/40/1000 sccmで用い、前述した上下部印加RIE装置において上部電極のRFパワーを

1200W、下部電極のRFパワーを1700W、圧力を75mTorrに設定した。なお、SiOC膜33の厚みT1は、5000Åである。この結果、フォトレジスト膜34の残厚T2が4700Å、フォトレジスト膜34の肩部残厚T3が2400Åとなった。

【0051】一方、C<sub>x</sub>F<sub>y</sub>/CHF<sub>3</sub>/N<sub>2</sub>/Ar系混合ガスを、流量比5/20/300/200sccmで用いた場合、フォトレジスト膜34の残厚T2が4500Å、フォトレジスト膜34の肩部残厚T3が1300Åとなった。この結果、CHF<sub>3</sub>/N<sub>2</sub>/Ar系混合ガスを用いることにより、フォトレジスト膜34の肩部残厚T3を向上させることができた。

【0052】図7は、本発明の一実施形態に係わるデュアルダマシンプロセスを示す断面図である。図7(a)において、CVDや塗布などの方法により、窒化珪素膜42をCu配線層41上に形成した後、低誘電率絶縁膜43を窒化珪素膜42上に形成する。そして、フォトレジスト膜44を酸化珪素膜43上に形成し、フォトリソグラフィー技術を用いることにより、ピアホールB2に対応した開口部H3をフォトレジスト膜44に形成する。

【0053】次に、図7(b)に示すように、このフォトレジスト膜44をマスクとして、Arガスの流量比が80%以上のC<sub>x</sub>F<sub>y</sub>/N<sub>2</sub>/Ar系混合ガスを用いたエッティングE3を行うことにより、ピアホールB2を低誘電率絶縁膜43に形成する。ここで、Arガスの流量比が80%以上のC<sub>x</sub>F<sub>y</sub>/N<sub>2</sub>/Ar系混合ガスを用いることにより、低誘電率絶縁膜43に対する窒化珪素膜42の選択比を10以上確保することができ、窒化珪素膜42をエッチストップ層とした低誘電率絶縁膜43のエッティングを精度よく行うことができる。

【0054】次に、図7(c)に示すように、フォトレジスト膜44を除去し、フォトレジスト膜45を全面に形成する。そして、フォトリソグラフィー技術を用いることにより、トレンチT2に対応した開口部H4をフォトレジスト膜45に形成する。

【0055】次に、図7(d)に示すように、このフォトレジスト膜45をマスクとして、Arガスの流量比が80%以上のC<sub>x</sub>F<sub>y</sub>/N<sub>2</sub>/Ar系混合ガスを用いたエッティングE4を低誘電率絶縁膜43の途中まで行うことにより、低誘電率絶縁膜43にトレンチT2を形成する。なお、低誘電率絶縁膜43の途中まで行う場合、エッティングの終点は、エッティングレートから逆算した時間で見積もることができる。ここで、Arガスの流量比が80%以上のC<sub>x</sub>F<sub>y</sub>/N<sub>2</sub>/Ar系混合ガスを用いることにより、マイクロトレンチを低減することができ、導電性材料46をトレンチT2内に均一に埋め込むことができる。

【0056】次に、図7(e)に示すように、フォトレジスト膜45を除去し、低誘電率絶縁膜43をマスクと

して、エッティングE5を行うことにより、窒化珪素膜42を開口部NHを形成する。

【0057】次に、図7(f)に示すように、Cuなどの導電性材料46を全面に堆積する。そして、CMP(化学的機械的研磨)などを用いてこの導電性材料46の表面を平坦化することにより、ピアホールB2内にピアを形成するとともに、トレンチT2内に配線を形成する。

【0058】

10 【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、有機系絶縁膜に対する窒化珪素膜の選択比を向上させることができるとともに、有機系絶縁膜をエッティングする際に発生するマイクロトレンチを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係わるエッティング装置の概略構成を示す断面図である。

【図2】図2(a)は、本発明の一実施例に係わるトレンチの状態を示す断面図、図2(b)は、本発明の一実施例に係わるピアホールの状態を示す断面図である。

20 【図3】図3(a)は、本発明の一実施例に係わるAr流量比とSiOC膜のエッティングレートとの関係を数値で示す図、図3(b)は、本発明の一実施例に係わるAr流量比とSiOC膜に対する窒化珪素膜の選択比との関係を数値で示す図、図3(c)は、本発明の一実施例に係わるAr流量比とマイクロトレンチの値との関係を数値で示す図である。

【図4】図4(a)は、本発明の一実施例に係わるエッティング方法のAr流量比とSiOC膜のエッティングレートとの関係を示す等高線図、図4(b)は、本発明の一実施例に係わるエッティング方法のAr流量比とSiOC膜に対する窒化珪素膜の選択比との関係を示す等高線図、図4(c)は、本発明の一実施例に係わるエッティング方法のAr流量比とマイクロトレンチの値との関係を示す等高線図である。

30 【図5】図5(a)は、本発明の一実施例に係わる総流量1000sccmでのAr流量比とSiOC膜のエッティングレートとの関係を示す図、図5(b)は、本発明の一実施例に係わる総流量1000sccmでのAr流量比とSiOC膜に対する窒化珪素膜の選択比との関係を示す図、図5(c)は、本発明の一実施例に係わる総流量1000sccmでのAr流量比とマイクロトレンチの値との関係を示す図である。

40 【図6】図6(a)は、本発明の一実施例に係わるSiOC膜のエッティングレートの温度依存性を示す図、図6(b)は、本発明の一実施例に係わるエッティング方法のSiOC膜に対する窒化珪素膜の選択比の温度依存性を示す図、図6(c)は、本発明の一実施例に係わるマイクロトレンチの値の温度依存性を示す図である。

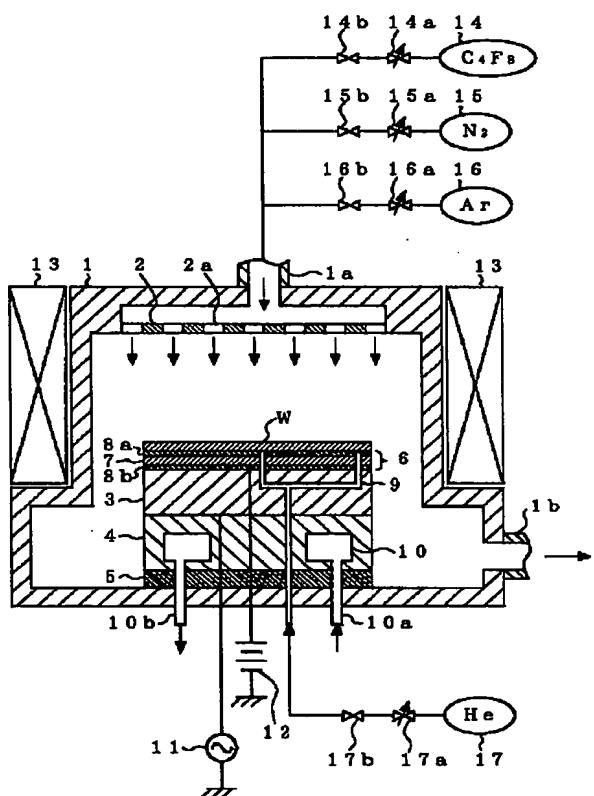
50 【図7】本発明の一実施形態に係わるデュアルダマシン

プロセスを示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 溶融室
- 2 上部電極
- 2a ガス噴出孔
- 3 サセプタ
- 4 サセプタ支持台
- 5 絶縁板
- 6 静電チャック

【図1】



\*

\*9 ガス通路

- 10 冷媒室
- 11 高周波電源
- 13 水平磁場形成磁石
- 14 C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> ガス供給源
- 15 N<sub>2</sub> ガス供給源
- 16 Ar ガス供給源
- 17 He ガス供給源

【図3】

| 総流量 (sccm) | Ar 流量比 (%) | SiOCエッチングレート (nm/M) |
|------------|------------|---------------------|
| 360        | 0          | 459                 |
| 460        | 22         | 477                 |
| 510        | 39         | 508                 |
| 1155       | 86         | 580                 |
| 1705       | 88         | 138                 |

(a)

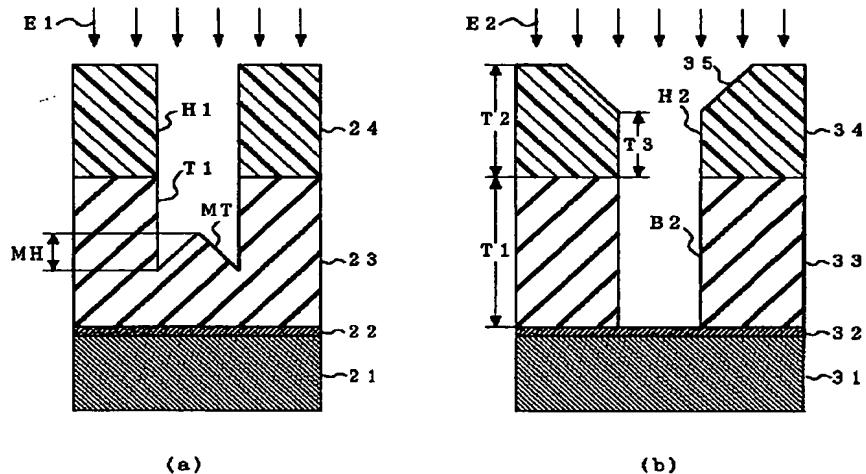
| 総流量 (sccm) | Ar 流量比 (%) | 選択比  |
|------------|------------|------|
| 360        | 0          | 1.6  |
| 460        | 22         | 1.6  |
| 580        | 39         | 4.2  |
| 510        | 39         | 4.1  |
| 1155       | 86         | 11.7 |
| 1705       | 88         | -    |

(b)

| 総流量 (sccm) | Ar 流量比 (%) | マイクロトレンド ( $\mu\text{m}$ ) |
|------------|------------|----------------------------|
| 615        | 24         | 63                         |
| 610        | 66         | 125                        |
| 368        | 82         | 38                         |
| 855        | 88         | 25                         |
| 1155       | 83         | 12                         |
| 1706       | 88         | 0                          |

(c)

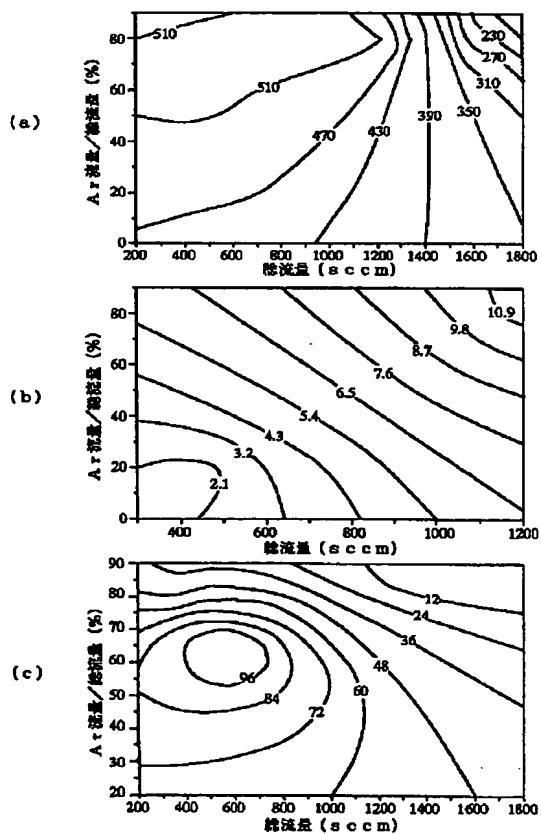
【図2】



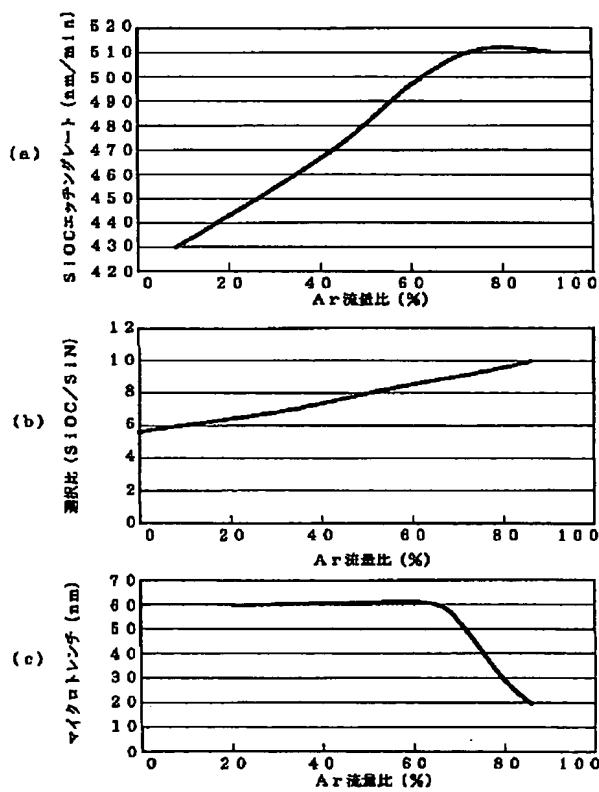
(a)

(b)

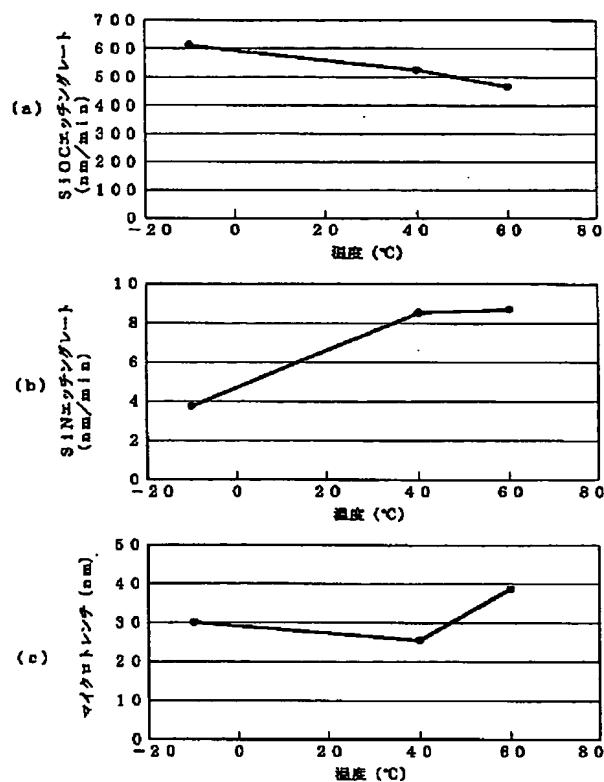
【図4】



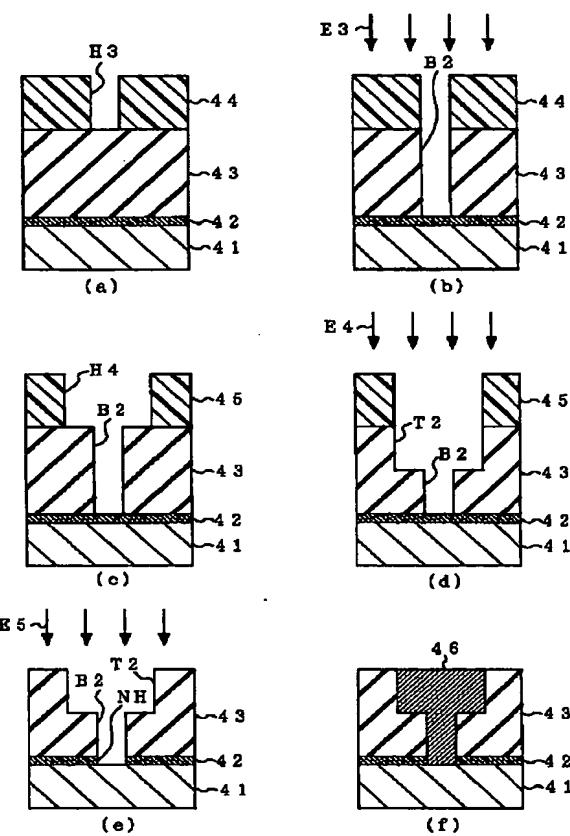
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 稲沢 剛一郎  
東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内

F ターム(参考) 5F004 AA05 BA04 BA20 BB07 DA00  
DA16 DA24 DA25 EB01  
5F033 HH11 JJ11 KK11 MM02 QQ09  
QQ12 QQ13 QQ15 QQ16 QQ25  
QQ28 QQ30 QQ35 QQ37 QQ48  
RR01 RR06 RR11 RR21 RR29  
SS21 TT03 TT04 WW00 WW02  
WW06 XX00 XX01 XX04 XX24